



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1282051** **A1**

(51) 4 G 02 B 27/30, 3/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3867883/24-10

(22) 09.01.85

(46) 07.01.87. Бюл. № 1

(71) Латвийский государственный
университет им. П.Стучки

(72) Я.А.Спигулис

(53) 535.885 (088.8)

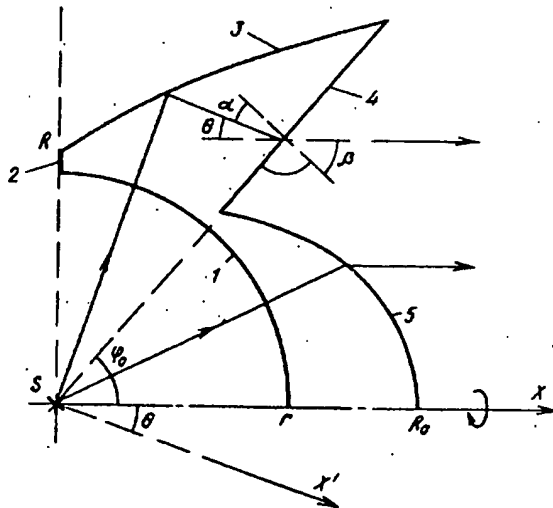
(56) Панов В.А., Андреев Л.Н. Оптика
микроскопов. - Л.: Машиностроение,
1976, с.334.

Патент ЕПВ № 0117606,
кл. G 02 B 7/26, опублик. 1984.

(54) КОЛЛИМАТОР

(57) Изобретение относится к устрой-
ствам преобразования лучистой энер-
гии источников расходящегося излу-
чения в виде пучка параллельных лучей
без применения зеркальных покрытий.
Коллиматор представляет собой тело
вращения из однородно прозрачного
материала с заданным показателем пре-

ломления. Профиль поверхности обра-
зован вращением линии, составленной
из четверти окружности 1, в центре
которой располагается источник, от-
резка прямой 2, участка параболы 3,
отрезка прямой 4 и участка эллипса 5.
Наклон оси параболы 3 под углом
 $\theta \leq \arcsin(1-2/n^2)$ относительно оси
симметрии обеспечивает полное внут-
реннее отражение лучей от параболы
к поверхности, образованной враще-
нием отрезка прямой 4, расположенного
вдоль радиуса окружности 1 под опре-
деленным углом, обуславливающим па-
раллельность с осью симметрии пре-
ломленных этой поверхностью лучей.
Коллиматор отличается повышенной эф-
фективностью образования хода лучей,
уменьшенным искажением профиля выхо-
дного пучка, свободного от сфериче-
ских aberrаций, и уменьшенными габари-
тами. 1 ил.



BEST AVAILABLE COPY

09 **SU** (11) **1282051** **A1**

Изобретение относится к оптике, а точнее к устройствам преобразования лучистой энергии источников расходящегося излучения (светодиодов, газоразрядных ламп, ламп накаливания и др.) в виде пучка параллельных лучей.

Цель изобретения - уменьшение искажения профиля пучка, упрощение конструкции и экономия материала.

На чертеже изображена верхняя часть коллиматора, аксиальное сечение.

Коллиматор выполнен из прозрачного однородного материала в виде тела вращения, содержащего полусферическую входную поверхность, образованную вращением четверти окружности 1 относительно оси симметрии X, поверхности, образованной вращением отрезка 2 прямой относительно оси X, сопрягающей входную поверхность с боковой поверхностью полного внутреннего отражения, образованную вращением участка параболы 3, причем ось параболы X' наклонена под углом $\theta \leq \arcsin(1 - 2/n^2)$ относительно оси симметрии, и выходную поверхность, образованную вращением отрезка 4 прямой и участка эллипса 5. Причем отрезок 4 прямой расположен вдоль радиуса сферической входной поверхности и наклонен относительно оси симметрии X на угол φ_0 , определяемый из соотношения

$$\operatorname{arctg} \frac{2\sqrt{n^2-1}-n}{n^2-2} \leq \varphi_0 < \arccos \frac{1}{n}$$

при условиях

$$n \cdot \cos(\varphi_0 + \theta) = \cos \varphi_0 \text{ и } n \geq 1,656,$$

где n - относительный показатель преломления материала.

Образованная вращением отрезка 4 прямой, коническая поверхность сопрягает боковую параболическую и эллиптическую поверхности.

Коллиматор работает следующим образом.

Радиальные лучи, имеющие разные углы наклона φ относительно оси симметрии X, испускаются источником S в полусфере с телесным углом 2π . При $\varphi < \varphi_0$ лучи направляются через сферическую поверхность 1 на эллиптическую поверхность 5 коллиматора, где подвергаются преломлению и далее следуют параллельно оси X. Уравнение для линии вращения 5 имеет вид

$$\rho_s(\varphi) = R_0 \cdot \exp S \frac{\operatorname{tg} \varphi \cdot d \varphi}{1-n \sqrt{1-\operatorname{tg}^2 \varphi}}, \quad (1)$$

где n - относительный показатель преломления материала коллиматора.

После преобразований получают

$$\rho_s(\varphi) = \frac{R_0(n-1)}{n - \cos \varphi} \quad (2)$$

или

$$\rho_s(\varphi) = \rho_s(\varphi_0) \frac{n - \cos \varphi_0}{n - \cos \varphi}, \quad (3)$$

где $\rho_s(\varphi_0)$ - значение функции при граничном угле $\varphi = \varphi_0$.

Так как угол преломленного луча с касательной эллиптической поверхности 5 не превышает $\frac{\pi}{2}$, условие для угла φ_0 следующее:

$$\varphi_0 \arccos \frac{1}{n} \quad (4)$$

Для преобразования периферийных лучей, испускаемых под углами $\varphi > \varphi_0$ в коллиматоре использовано полное внутреннее отражение от поверхности 3, которая образована вращением вокруг оси X участка параболы с осью X'. Отраженные лучи параллельны оси X' и образуют с осью X угол θ , выбранный с учетом условия полного внутреннего отражения:

$$\theta \leq \frac{\pi}{2} = 2 \arcsin \frac{1}{n} = \arcsin \left(1 - \frac{2}{n^2}\right).$$

Кривая 3 аналитически описывается выражением

$$\rho_3(\varphi) = \frac{R(1+\sin \theta)}{1-\cos(\varphi+\theta)}$$

$$\text{при } \varphi_0 \leq \varphi < \frac{\pi}{2}, \quad (6)$$

где $R \geq \frac{r}{\cos \theta}$ (условие прохождения луча, испущенного при $\varphi = \frac{\pi}{2}$);

r - габаритный размер (радиус) источника.

Отраженные от поверхности 3 лучи преломляются поверхностью 4, которая образована вращением радиальной прямой с углом наклона φ_0 . Параллельность преломленных лучей с осью симметрии X обеспечивает условие $\alpha + \theta = \beta$. С учетом закона преломления

$n \cdot \sin \alpha = \sin \beta$ данное условие можно преобразовать в виде

$$\theta + \varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{\cos \varphi_0}{n}$$

или

$$n \cdot \cos (\varphi_0 + \theta) = \cos \varphi_0. \quad (7)$$

Выражение (7) определяет взаимную связь параметров n, φ_0, θ в предлагаемом решении. Кроме того, имеет место ограничение на величину показателя преломления: $n \geq n_0$, где значение n_0 согласно выражениям (4), (5) и (7), удовлетворяет равенству

$$3 \arcsin \frac{1}{n_0} = \frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{n_0} \quad (8)$$

откуда $n_0 = 1,656$.

Точка пересечения линий 4 и 5, заданная ходом луча с $\varphi = \frac{\pi}{2}$:

$$\rho_6(\varphi_0) = \frac{R \cos \theta}{\sin (\varphi_0 + \theta)} \quad (9)$$

Следовательно, выражение для отрезка прямой 4 следующее:

$$\frac{R \cos \theta}{\sin (\varphi_0 + \theta)} \leq \rho_4(\varphi_0) < \rho_3(\varphi_0) \quad (10)$$

Сопоставляя выражения (5) и (6) можно определить нижний предел значения φ_0 :

$$\varphi_0 \geq \arctg \frac{2 \sqrt{n^2 - 1} - n}{n^2 - 2} \quad (11)$$

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Коллиматор из прозрачного однородного материала, содержащий полусферическую входную поверхность, боковую поверхность полного внутреннего отражения, образованную вращением участка параболы, сопрягающую их плоскую кольцеобразную поверхность и выходную поверхность, образованную вращением отрезка прямой и участка эллипса относительно оси симметрии, отличающийся тем, что, с целью уменьшения искажения профиля пучка, упрощения конструкции и экономии материала, ось параболы наклонена под углом $\theta \leq \arcsin (1 - \frac{2}{n^2})$ относительно оси симметрии, а отрезок прямой, вращением которого образована часть выходной поверхности, расположен вдоль радиуса сферической входной поверхности и образует с осью симметрии угол φ_0 , определяемый из соотношения

$$\arctg \frac{2 \sqrt{n^2 - 1} - n}{n^2 - 2} \leq \varphi_0 <$$

$$< \arccos \frac{1}{n}$$

при условиях: $n \cdot \cos (\varphi_0 + \theta) = \cos \varphi_0$ и $n \geq 1,656$, где n - относительный показатель преломления материала.

BEST AVAILABLE COPY

Составитель Г. Татарникова

Редактор М. Бланар

Техред И. Попович

Корректор А. Тяско

Заказ 7263/44

Тираж 522

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4.